

Sami Väisänen

PK4:N KONELAJITTIMIEN, TOISIOAJITTIMEN JA PL41/42 -PULPPEREIDEN
AKSELITIIIVISTYKSEN KOORDINOINTI

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2007



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Sami Väisänen	
Työn nimi PK4:n Konelajittimien, toisioajittimen ja PL41/42 -pulpereiden akselitiivistyksen koordinointi	
Vaihtoehtoiset ammattipinnot Kunnossapito	Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen
	Toimeksiantaja Riku Korhonen, UPM-Kymmene Oyj
Aika Kevät 2007	Sivumäärä ja liitteet 32+5
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän työn tarkoituksena oli tutkia UPM-Kymmene Kajaanin paperitehtaalla PK4:n konelajittimen, toisioajittimen sekä PL41/42-pulpereiden akselitiivistyksen ongelmia ja mahdollisia parannuskeinoja. Työn tavoitteena oli saada kerättyä tiivisteratkaisuja, joilla saadaan vähennettyä kunnossapidon kustannuksia.</p> <p>Työssä kuvataan paperinvalmistusta, paperinvalmistukseen ja siihen liittyvien laitteiden toimintoja ja käyttötarkoituksia, jotka olivat tutkinnan kohteena.</p> <p>Työn kuvaan kuului tutustua erilaisiin tiivistysratkaisuihin. Työhön on kuvattu liukurengas-, punos-, sekä dynaamiset tiivisteratkaisut. Tiivisteiden tutkinnan jälkeen haastateltiin eri tiivistetoimittajia, joilta saatiin ehdotuksia erilaisista tiivistysratkaisuista.</p> <p>Työssä tutkittiin myös tiivistysveden käyttöä. Tarkoituksena oli saada vähennettyä veden kulutusta, josta saadaan kustannussäästöjä. Kyseisissä kohteissa vedenkulutus oli laitetoimittajan antaman suosituksen alapuolella ja saatujen hintatietojen perusteella ei veden käytöstä seuraa merkittäviä kustannuksia.</p> <p>Aikataulun noudattamiseksi keskityttiin lajittimien nykyisen tiivisteratkaisun huomioitaviin kohtiin. Lopputulokseen on kerätty normaalin punostiivisteiden sijasta kokeiltavaksi ehdotettu kartiopunostiiviste ja sen asennuksen huomioitavat seikat.</p> <p>Lopputulokseen on kerätty pulpereiden vaihtoehtoiset tiivisteratkaisut ja vertailtu niiden ensiasennuskustannuksia, joiden perusteella tiivistemassaratkaisu olisi halvempi kuin liukurengastiiviste.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Tiivistys
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kactus-tietokanta <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Sami Väisänen	
Title Coordination of Screens and Vatpulper Shaft Sealing at Paper Line Four	
Optional Professional Studies Maintenance	Instructor(s) Mikko Heikkinen
	Commissioned by Riku Korhonen, UPM-Kymmene Oyj
Date Spring 2007	Total Number of Pages and Appendices 32+5
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to study the machine screen, secondary screen and vatpulper of the slitter shaft sealing improvement at paper machine four of UPM-Kymmene Oyj Kajaani paper mill. The purpose was to collect sealing solutions that can reduce maintenance costs.</p> <p>The paper making process is described in theory. The unit processes which have shaft sealing problems are included in the theoretical part of the thesis. Technical principles and the features of the cord packing, mechanical seals and dynamic seals were examined in the theoretical part. This information was obtained from the seal suppliers.</p> <p>One part of the thesis was to calculate the return of investment (ROI) achievable with the new sealing solution. By reducing the casket water consumption some cost savings were assumed. ROI calculations showed that the casket water does not cause big costs.</p> <p>Because of the strict schedule, the main focus was on the improvement of the existing sealing solution of the pressure screens. As a result, the proposal for the machine and secondary screens is to change the existent seals into a trapezoid cord and to test the cord in place. In pulpers it is possible to use sealing mass as a sealing device.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords Seal	
Deposited at	<input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty UPM-Kymmene Kajaanin tehtaalle keväällä 2007. Työn aiheen sain työharjoitteluni aikana, jonka suoritin PK4:n konekunnossapidossa. Harjoittelun aikana työskentelin insinöörityössä esiintyvien laitteiden parissa, mikä helpotti työn tekemistä.

Insinöörityön aiheesta suurkiitokset PK4:n konekunnossapidon työnjohtajalle Riku Korhoselle ja työsuunnittelijalle Seppo Soikkelille. Kiitokset myös kyseisille henkilöille tuesta ja avustuksesta työn tekemisessä. Lisäksi haluan kiittää PK4:n kunnossapidon koko väkeä sekä tiivistetoimittajia aktiivisuudesta työtä kohtaan.

Kajaanissa 22. maaliskuuta 2007

Sami Väisänen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 PAPERIN VALMISTUS	3
2.1 Prosessin vaiheet	3
2.2 Lajittimien toiminta	4
2.3 Pulpperin toiminta	5
3 AKSELINTIIVISTYS	7
3.1 Punostiivisteet	7
3.2 Liukurengastiivisteet	10
3.3 Dynaamiset tiivisteet	13
4 TIIVISTEVESIJÄRJESTELMÄ	15
5 TUTKITTAVAT KOHTEET	17
5.1 Konelajitin	17
5.2 Toisiolajitin	20
5.3 Pituusleikkurin pulpperi	21
6 TUTKITTAVIEN KOHTEIDEN VAIHTOEHTOISET TIIVISTYKSET	25
6.1 Konelajittimen ratkaisut	25
6.2 Toisiolajittimen ratkaisut	26
6.3 Pituusleikkureiden pystypulpperit	27
7 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Insinööritoiminnan aiheena oli tutkia paperikone neljällä (PK4) sijaitsevien konelajittimien, toisilajittimen ja pituusleikkureiden pulppereiden akselitiivistyksen ja voitelun toimintaa. Työn ensimmäinen vaihe oli käydä läpi tutkittavat kohteet ja rajata niistä sopivankokoinen alue.

Rajaamisen jälkeen tutkittiin laitteiden toimintaa ja niiden tarkoitusta paperin valmistuksen prosessissa. Toiminnan ymmärtämisen jälkeen pystyi hahmottamaan, miten tärkeä laitteen toiminnassa oleminen on.

Työn aikana tutustuin erilaisiin tiivistysratkaisuihin. Jotta pystyin haastattelemaan tiivistetoimittajia, täytyi työssä tutkia kohteiden tiivisteratkaisut sekä tekniset tiedot. Tiivistetoimittajilla oli tarjota kohteisiin ratkaisuja, joilla saadaan kunnossapidon kustannuksia vähennettyä.

Työn tavoitteeksi olikin asetettu kunnossapidon kannalta taloudellisimpien ratkaisujen etsiminen sekä ratkaisut, joilla saadaan vähennettyä tiivistysveden käyttöä. Nykyiset kustannukset koostuvat lähinnä tiivisteistä johtuvista huoltotoimista.

UPM

UPM on yksi maailman johtavia paperiyhtiöitä. UPM syntyi syksyllä 1995, kun Kymmene Oy ja Repola Oy sekä sen tytäryhtiö Yhtyneet Paperitehtaat Oy päättivät yhdistyä. Uusi yhtiö aloitti toimintansa 1.5.1996. Yhtiön liiketoiminta keskittyy aikakauslehtipapereihin, sanomalehtipapereihin, hieno- ja erikoispapereihin, jalostusmateriaaleihin sekä puutuotteisiin. Nykyinen konserni muodostuu kaikkiaan noin sadasta aikoinaan itsenäisenä yrityksenä toimineesta tuotantolaitoksesta. [1.]

UPM Kajaanin paperitehdas

- Kajaanin Puutavara Osakeyhtiö, saha perustettiin vuonna 1907.
- Ensimmäinen paperikone 1 käynnistyi vuonna 1919.
- Yhtiön nimi vaihtui Kajaani Oy:ksi vuonna 1945.
- Paperikone 2 käynnistyi 1963.
- Vuonna 1971 käynnistyi paperikone 3.

- Vuonna 1982 paperikone 4 käynnistyi. Samana vuonna lopettivat toimintansa sulfiittisellutehdas ja elektroniikkateollisuus, joka myytiin.
- Paperikone 1 lopetti toimintansa vuonna 1983.
- 1989 Kajaani Oy liittyi osaksi Yhtyneitä Paperitehtaita.
- Vuonna 1996 Kajaanin tehdas siirtyi osaksi UPM-Kymmeneä. [1.]

Kajaanin paperitehdas valmistaa aikakauslehti-, sanomalehti- ja erikoissanomalehtipaperia. Puuraaka-ainetta (kuusipuuta) kuluu vuosittain yli 1 miljoonaa m^3 . Tehtaan tuotantokapasiteetti on 610 000 tonnia vuodessa. Tehtaalla työskentelee noin 720 henkilöä. [1.]

2 PAPERIN VALMISTUS

Paperin valmistusprosessissa sekoitetaan valitut ja käsitellyt raaka-ainekomponentit vesipitoiseksi massaseokseksi. Seos levitetään tasaiseksi massarainaksi sekä lujitetaan rainaa poistamalla siitä vettä suotauttamalla. Tämän jälkeen rainaa puristetaan ja haihdutetaan voimakkaasti, jolloin lopun veden poistuessa rainasta saadaan kuivaa tuotetta. Paperin valmistus on jatkuva prosessi, jonka lopputuote on valmis jälkikäsittelyprosesseja varten. [2,6.]

Paperi pysyy koossa pääasiassa kuitujen vetysidosten avulla, jotka syntyvät kuivatuksessa n. 70–80 % kuiva-ainepitoisuudessa. Rainanmuodostuksessa tuotetut kuitujen ja muiden raaka-aineiden jakaumat vaikuttavat ratkaisevasti syntyvien vetysidosten lujuuteen. [2,6.]

Käytettävät raaka-aineet

Paperin raaka-aineista tärkeimpiä ovat kuidut, jotka yleisimmin ovat puukuituja. Niiden ominaisuudet eri massatyypeissä vaihtelevat paljon. Siksi mekaanisten massojen, kemimekaanisten massojen, uusiomassojen ja kemiallisten massojen käyttötarkoitus eri paperilajeissa vaihtelee. Lisäksi käytetään täyteaineita, liima-aineita, kemiallisia lisäaineita sekä päällystysaineita erilaisten paperilaatujen aikaansaamiseksi. [2,6.]

2.1 Prosessin vaiheet

Paperikone jaetaan eri osiin, josta saadaan prosessin vaiheet. Paperikoneen pääosat ovat perälaatikko, viiraosa, puristinos ja kuivatusosa. Rainan muodostus alkaa, kun perälaatikolta laimea kuituseos syötetään mahdollisimman tasaisesti viiraosalle. Viiraosalla kuituseoksesta poistetaan yli 95 % perälaatikosta tulevasta vesimäärästä, rainan kuiva-ainepitoisuus on 15–20 %. Viiraosalta raina viedään puristinosalle, jossa on tyypillisesti 2–4 telaparin muodostamaa puristusvyöhykettä eli puristinnippiä. Puristinosalla kuiva-ainepitoisuus nousee 35–50 %:iin. Puristinosalta raina viedään kuivatusosalle, jonka tarkoituksena on haihduttaa rainasta vesi ja siten päästä sopivaan paperin loppukosteuteen, joka paperilajin tai seuraavan prosessin mukaan on 3–10 %. Raina kulkee kuivatusosalla höyryllä lämmitettävien sylinterien päällä. Kuuman sylinterin lämpö siirtyy paperiin ja haihduttaa siinä olevaa vettä. Lisäksi erilaisia

kuivatustapoja on puhalluskuivatus ja säteilykuivatus. Kaikilla kuivatustavoilla on yhteistä, että energia tuodaan ulkoa, mikä haihduttaa veden pois rainasta. [2,6.]

Massankäsittely

Massankäsittelyyn sisältyvät laajasti ottaen tuore- ja hylkymassojen sekä lisä- ja apuaineiden varastointi, lietto tai laimennus, muokkaus ja annostelu. Koska kaikki aineet on laimennettava viimeistään paperikoneetta varten, ovat myös kiertoVESIJärjestelmät tavallaan osana massankäsittelyä. [2,6.]

2.2 Lajittimien toiminta

Lajittimien hyvä toimintakyky on välttämätöntä, kun valmistetaan korkealaatuisia paperituotteita. Lajittelun voidaankin todeta olevan yksi massa- ja paperiteollisuuden tavallisimmista ja tärkeimmistä yksikköprosesseista, koska yksi vahingollinen tikku tai epäpuhtaus aiheuttaa laatu- ja ajettavuusongelmia paperikoneella. Lajitteluvaiheessa hyväksytyn massan joukkoon pääsevät epäpuhtaudet erottuvat myös valmiissa paperissa. Paperikoneiden nopeuden kasvu vaatii lajittamon lopputuotteelta entistä tasaisempaa ja parempaa laatua, jotta epäpuhtaudet tai massaominaisuuksien vaihtelut eivät tuottaisi ongelmia paperikoneen ajettavuudessa. [2,6,8.]

Lajittelun päätarkoituksena on haitallisten epäpuhtauksien erottaminen hyvästä massasta vähäisin priimakuituhäviöin ja kohtuullisin kustannuksin. Lajittimessa syöttövirtaus jaetaan kahteen osavirtaukseen: hyväksyttyyn massajakeeseen eli akseptiin ja hylättyyn massajakeeseen eli rejektiin. Aksepti ajautuu sihtirummun läpi paine-eron ansiosta. Rejekti poistetaan lajittimesta jatkokäsittelyyn. [2,6,8.]

2.3 Pulpperin toiminta

Hylyn hajotuksella ilmaistaan sen sekoittamista veden kanssa niin, että muodostuu pumpattava massaliete. Hylyn hajottaminen suoritetaan yleensä pulpperissa, jossa kuitujen väliset sidokset saadaan purkautumaan. Sidosten purkautumiseksi massaa tulee liottaa vedessä, jolloin kuidut turpoavat veden työntyessä kuidun huokosiin. Kuitujen irrottamiseen vaaditaan myös ulkoisia voimia, jotka aikaansaadaan massalietteen voimakkaalla sekoituksella. Sekoitus tapahtuu pulpperiin sijoitetulla roottorilla (kuva 1), joka käyttäytyy kuten pumpun juoksupyörä singoten massaa kehältä ulospäin ja samalla roottorin paikalle syntyy imu. [2,6.]

Massojen hajottaminen pulpperissa pohjautuu mekaanisiin ja hydraulisiin voimiin. Mekaanisella voimalla tarkoitetaan sitä, että roottori hajottaa hylkypaperin pienemmiksi palasiksi ja tämän jälkeen pääasiassa sulpun liikkeen aiheuttama sisäinen kitka eli hydraulinen voima edistää sulpun kuituuntumista. [2,6.]



Kuva 1. Pulpperin roottori.[6]

Jälkikäsitellyssä pulppereita voi olla jatkuvatoimisia tai panospulppereita. Tyypillinen jälkikäsitelyn panospulpperi on giljotiinin alla, jossa pulpperoidaan hylkyrullat. Panospulpperin säiliö täytetään tietyllä määrällä vettä ja hylkyä. Täyttövaiheen jälkeen pulpperin roottori hajottaa hylkyä tietyn ajan. Hyllyn ollessa hajonnutta on se pumpaamiskelpoista kuitulietettä, joka pumpataan varastosäiliöön, josta se jatkaa edelleen kuiduttimelle tai jauhimelle. Panospulpperissa hajotusaika on kohtalaisen pitkä, helposti hajoaville massoille 15–20 minuuttia. Pulpperointisakeus on n. 6 % ja sihtilevyjen reikäkoko on suuri, jotta pulpperi voidaan tyhjentää nopeasti massasta. Panospulpperien kapasiteetti on pieni suhteutettuna jatkuvatoimiseen pulpperiin. Panospulpperia voidaan käyttää hylkylinjassa ainoastaan hylkyrullapulpperina. Jatkuvatoimisessa pulpperissa pinta pyritään säilyttämään vakiona pumpaamalla eteenpäin lisättyä kuituainesta ja vettä vastaava määrä hylkyä. Viipymisaika riippuu massan hajotettavuudesta ja massan sakeudesta, joka on 3,5–4,5 % ja aika kahdesta viiteen minuuttia helposti hajoavilla massoilla. Toisin kuin panospulpperissa, jatkuvatoimisessa pulpperissa sihtilevyn reikäkoko on pieni. [2,6.]

Pulpperit ryhmitellään sen mukaan, kuinka roottori on sijoitettu pulpperiin, pysty- tai vaakapulpperi. Tehokkaampi näistä on pystypulpperi (kuva 2). Vaakapulpperia käytetään silloin, kun tila korkeussuunnassa on rajoitettu. [2,6.]



Kuva 2. Pystypulpperi.[6]

3 AKSELINTIIVISTYS

Paperiteollisuudessa akselintiivistyksiä joudutaan käyttämään monessa kohteessa, esimerkiksi hiomakoneissa, jauhimissa, teloissa, pumpuissa, pulppereissa, lajittimissa ja sekoittimissa.

Tiivistysmenetelmät

Akselitiivisteet voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan dynaaminen, liukurengas- ja punostiivisteet.

3.1 Punostiivisteet

Punostiivisteitä käytetään pääsääntöisesti kohteissa, joissa sallitaan tiivistysveden vuoto prosessiin sekä mahdollisesti pieniä vuotoja prosessinestettä ulos (kuva 3). Tiivisteiden toiminnan kannalta tulee punostiivisteiden aina hiukkasen vuotaa. Vuodolla saadaan aikaan tiivisteelle sopiva voitelu ja riittävä jäähdytys. Kohteissa, joissa pumpattava neste on puhdasta ja tarkoitukseen sopivaa, voidaan nestettä käyttää tiivistykseen. Epäpuhtaiden nesteiden kanssa tiivistyksessä täytyy käyttää ulkopuolista tiivistysvettä, joka johdetaan punoksen välissä sijaitsevaan välirenkaaseen. Tiivistysveden paineen on oltava suurempi kuin tiivistepevän kohdalla vallitseva paine. Tällöin osa tiivistevedestä virtaa tuotteeseen, joka laimenee ja jäähtyy. [6.]

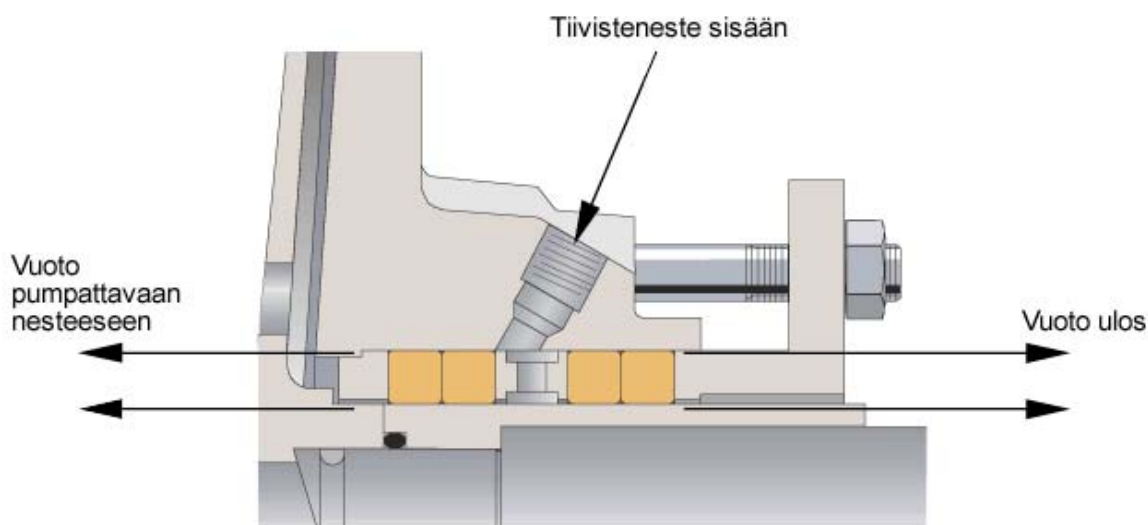
Punostiivisteiden toiminnan kannalta vuotoa säädellään laippaholkkia kiristämällä tai löysäämällä. Laippaholkkia kiristämällä puristuvat tiivistepevässä olevat punostiivisteet tiukemmin yleensä käytettävän akseliholkin ympärille ja vuoto pienenee. Vaarana on, että laippaa kiristetään liikaa, jolloin mahdollisesti tapahtuu tiivisteiden palaminen, koska voitelu ei toimi. Hyvän tiivistyksen kannalta tärkeää on, kuinka tiiviste otetaan käyttöön. Punostiivisteiden käyttöönotossa annetaan vuotoa 100–200 tippaa minuutissa noin 100–150 tuntia. Tiivisteiden mukaututtua paikoilleen kiristetään laippaholkkia varovasti vuodon pienentämiseksi noin 60–80 tippaan minuutissa. [6.]

Punostiiviste koostuu peruslangasta, josta muodostetaan punos. Materiaalina peruslangoissa käytetään esimerkiksi kasvikuuituja, joita ovat hamppu, pellava, puuvilla, sekä synteettisiä kuuituja teflon, kevlar, tai grafiitti- ja lasikuuituja. Punos täytetään kyllästys- ja voiteluaineella, joita ovat teflon eli PTFE, öljy, rasva tai grafiitti. [3,4,5,6.]

Punostiivisteen etuna on edullinen hankintahinta. Punostiivisteen vaihto ja asennus onnistuvat yleensä ilman pumpun purkamista. Tiiviste on säädettävissä kun kulumista esiintyy. Kyseisestä ratkaisusta ei yleensä esiinny äkillisiä pumpun pysäyttäviä tiivistevaurioita.

Punostiivisteen haittoja ovat jatkuva kunnonvalvonnan tarve, lyhyehkö kestoikä, akselin tai akseliholkin suuret vaihtokustannukset sekä, suhteellisen alhainen kehänopeuden kesto. Punostiiviste vuotaa aina toimiessaan hyvin ja laimentaa sekä jäähdyttää tuotetta epämääräisesti käytettäessä ulkopuolista tiivistevettä.

Punostiivisteen käytöstä aiheutuu harvoin suurta vuotoa. Tiivisteiden vauriot johtuvat yleensä seuraavista syistä: tiivisteveden vuotovirtauksen vähyys tai puute, tiivistevesikatkokset, huolimaton asennus, sopimaton tiivistemateriaali ja asennuksen jälkeen välttämättömän sisäänajon laiminlyönti.



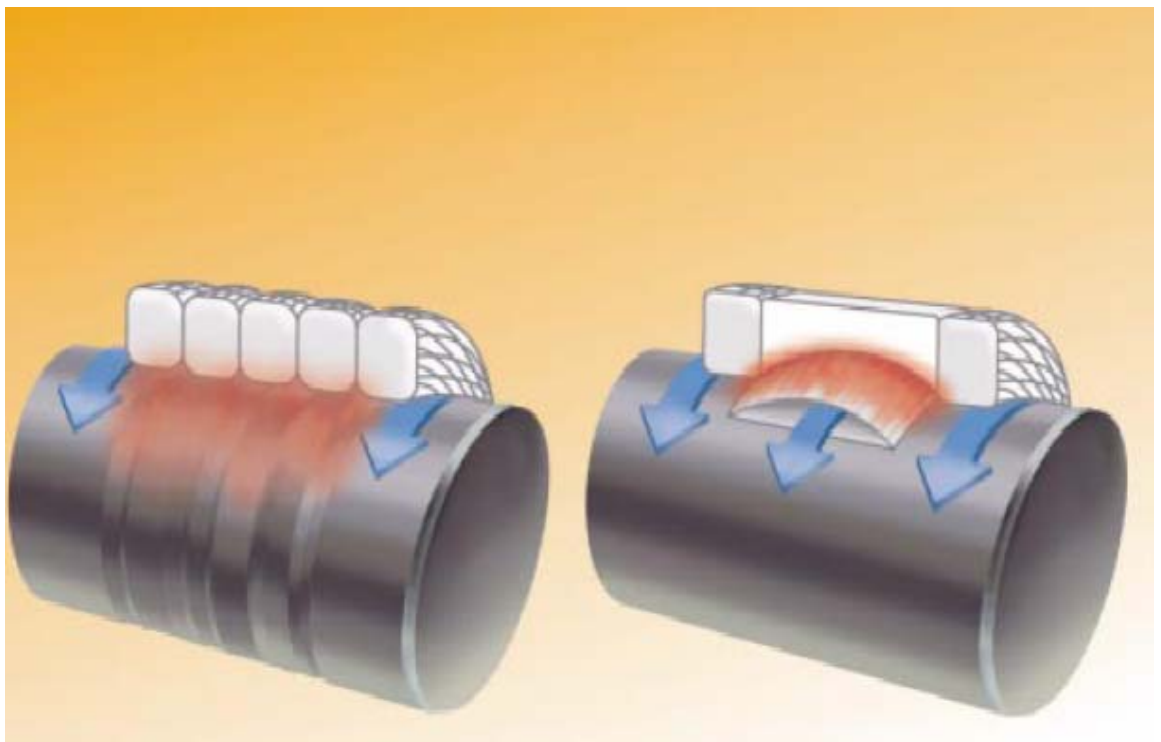
Kuva 3. Punostiivisteiden toiminta. [6]

Punostiivistysten periaatetta johdatellaan markkinoilla olevassa akselintiivistyksessä, joka toteutetaan tiivistemassan avulla (kuva 4). Tiivistemassa pursotetaan tiivistepesään. Tiivistysten päätyihin asennetaan yhdet punostiivistenaumat, joiden väliin tiivistemassa pursotetaan. Tiivistemassaratkaisussa ei käytetä tiivistysnestettä, mistä saadaan taloudellisuutta.



Kuva 4. Pursotettava tiivisteaine. [3]

Kuituvahvisteinen tiivisteaine on suunniteltu joutumaan sisäiseen laminaarileikkauksen kohteeksi (kuva 5), jolloin liike tapahtuu vähäkitkaisen tiivisteaineen sisällä eikä kuluta akselia tai akseliholkkia.

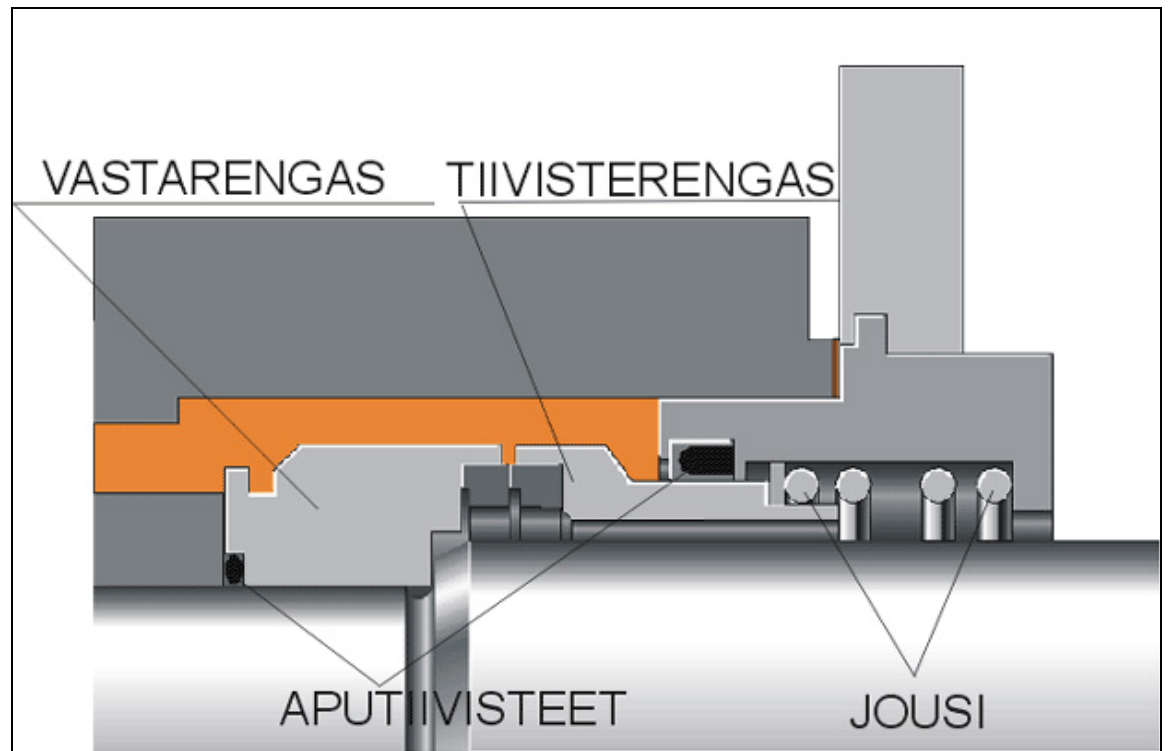


Kuva 5. Pursotettava tiivisteaine ei kuluta akseliholkkia. [3]

3.2 Liukurengastiivisteet

Liukurengastiiviste koostuu seuraavista pääosista (kuva 6):

- pyörivä liukurengas
- kiinteä vastarengas
- jousi
- aputiivisteet



Kuva 6. Liukurengastiivisteiden pääosat. [6]

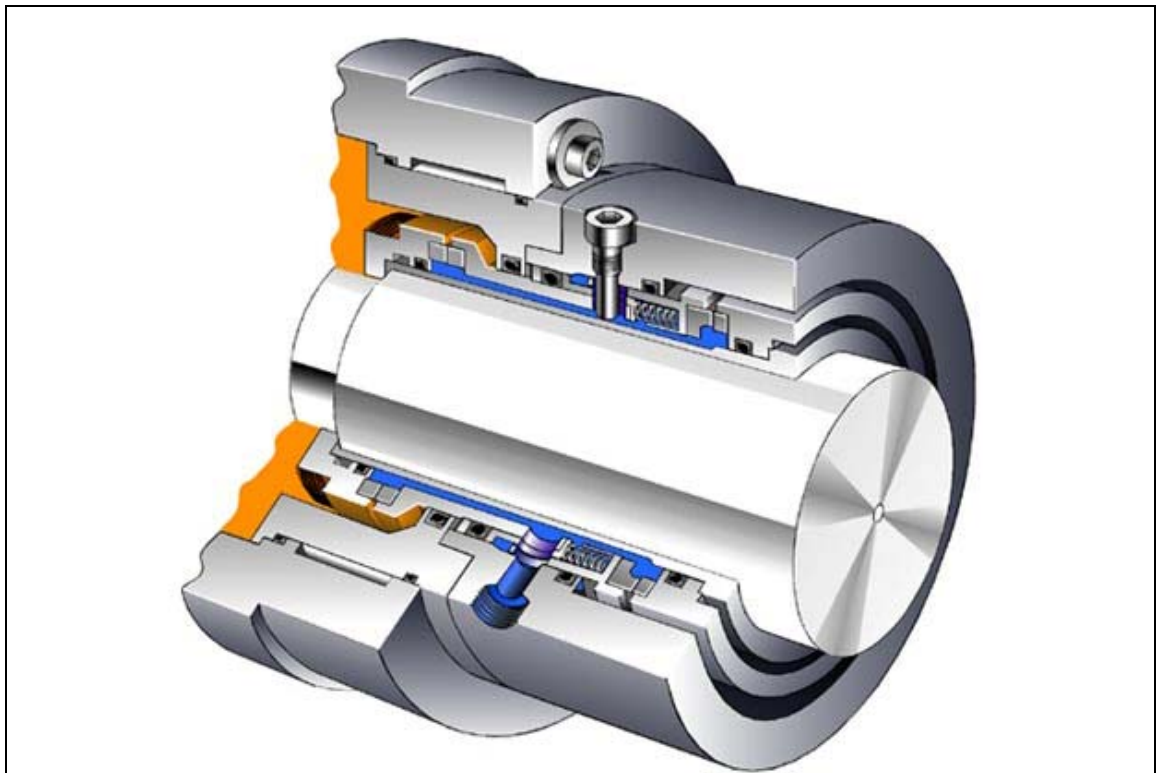
Tiivistävä pinta muodostuu liuku- ja vastarengaan väliseen rakkoon (kuva 6) kohtisuorassa akselia vastaan. Liukupintojen välissä on aina oltava nestekalvo, joka voitelee lähellä toisiaan liikkuvia liukupintoja. Jousen ja tuotteen paineen yhteisvaikutus pyrkii liikuttamaan vasta- ja liukurengaan liukupintoja toisiaan vasten. Voitelukalvon vakioisuus edellyttää tiettyä vuotoa liukupintojen välistä. Vuotoa ei yleensä havaita, koska neste höyrystyy lähellä liukupintojen reunaa. Voitelukalvon syystä tai toisesta osittainenkin katkeaminen suurentaa kitkan synty-

mistä, jolloin lämpötila kohoaa ja lähellä oleva voitelukalvo höyrystyy pois. Tiivisteen käydessä kuivana aiheuttaa kuivuus liukupintojen kulumista tai rikkoo pinnat. [6.]

Liukurengastiivisteet jaetaan joko rakenteen tai toiminnan perusteella eri ryhmiin. Rakenteellisesti liukurengastiivisteet jaetaan seuraavanlaisiin ryhmiin:

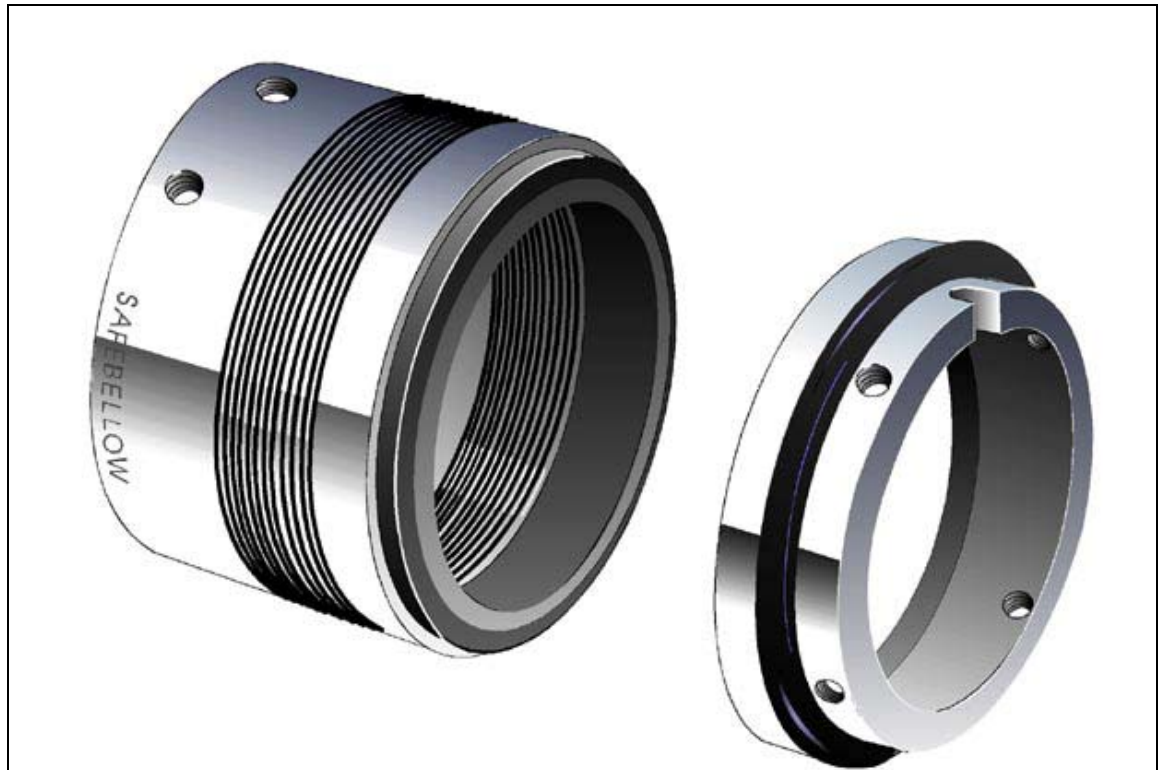
- sovitetut liukurengastiivisteet
- standardimitoitettut liukurengastiivisteet
- patruunatiivisteet.

Pumppu- ja tiivistevalmistajat ovat suunnitelleet yhteistyössä sovitetun tiivisteen (kuva 7) osaksi pumppua. Sovitettu tiiviste on rakenteeltaan edullinen ja helppo asentaa, erillisiä mitauksia tiivisteen paikantamiseksi ei tarvitse. Sovitettut tiivisteet sopivat hyvin prosessiteollisuuden vaativiin pumppauskohteisiin. [6.]



Kuva 7. Sovitettu liukurengastiiviste. [6]

Standardimitoitettujen tiivisteiden (kuva 8) liitäntämitat on liukurengastiivisteiden mittastandardissa asetettu siten, että eri tiivistetoimittajien tiivisteet olisivat vaihtokelpoisia tiivistetilaan asennettuna. Tiivisteet ovat yleiskäytössä kemian ja petrokemian teollisuudessa. Yleisesti tiivisteet ovat halpoja, mutta työläitä asentaa, vaativat mittauksia osien paikantamiseksi oikealle kohdalle. Rakenteeltaan tiivisteet ovat usein yksinkertaisia. Kyseinen tiiviste ei yleensä ole soveltuva paperi- ja selluteollisuuden pumppauskohteisiin. [6.]



Kuva 8. Standardimitoitettu liukurengastiiviste. [1]

Patruunatiivisteiden ominaisuus on helppo asennettavuus. Tiiviste toimitetaan koottuna, jolloin tiivisteessä olevat eri osat on asetettu oikein. Erillisiä mittauksia tiivisteiden osien paikantamiseksi ei tarvita. Tiivisteiden osat on tehty ohuiksi tiivisteiden viemän tilan pienentämiseksi. Patruunatiivisteet asennetaan holkin tai muun sovitteen avulla laitteen tiivistetilaan. [6.]

Liukurengastiivisteet jaetaan myös toiminnaltaan eri ryhmiin:

- yksitoiminen liukurengastiiviste
- quench-tiiviste
- kaksitoiminen liukurengastiiviste varustettuna paineisella tiivistysnesteellä
- kaasutiiviste.

Yksitoimista liukurengastiivistettä käytetään yleisimmin nesteille, joissa lämpötilat ovat alle nesteen kiehumispisteen. Nesteen on oltava myös sopivaa, jotta se pystyy voitelemaan liukupintoja. [6.]

Quench-tiivistettä käytetään yleisesti nesteillä, jotka kiteytyvät tai kun pumpattavan nesteen lämpötila on yli nesteen kiehumispisteen. Tiivistettä käytetään myös silloin, kun voitelu ei pumpattavalla nesteellä ole varma ja tällöin tiivisteneste toimitetaan matalapaineisena ulkopuolisesta lähteestä. [6.]

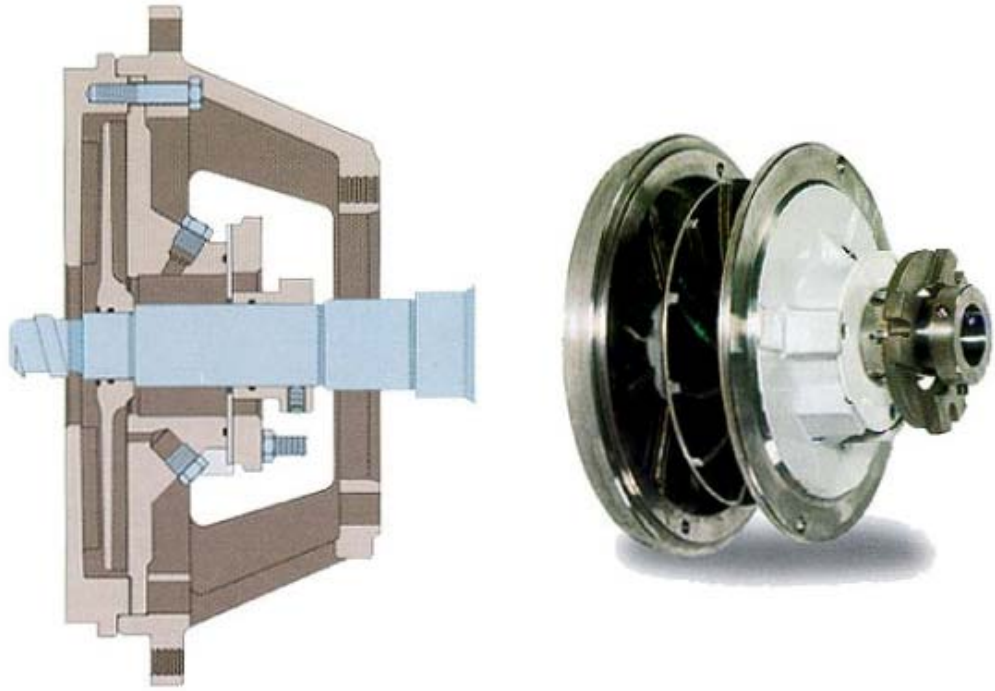
Kaksitoimista liukurengastiivistettä käytetään tiivistykseltään vaativiin kohteisiin. Esimerkiksi silloin, kun tuote, jota tiivistetään, on hyvin likaista tai kuumaa. Ulkopuolisella tiivistysnesteellä varmistetaan voitelukalvon syntyminen liukupintoihin sekä pidetään tiivistetila jäähdytettynä. [6.]

Kaasutiivisteissä käytetään paineistettua kaasua, joka korvaa sulkunesteen. Yleisesti tiivisteiden käyttökohteena ovat laitteet, joissa ei voida käyttää vettä sulkunesteenä. Kiintoainepitoisilla tuotteilla ei tiivistettä voida käyttää. [6.]

3.3 Dynaamiset tiivisteet

Dynaamista tiivistettä (kuva 9) voidaan käyttää kaikille paperimassan sakeuksille sekä muita kiintoaineita sisältäville vaikeasti käsiteltäville nesteille. Tiiviste toimii, kun pumppu käy ja apujuoksupyörä pumppaa nesteen pois pumpun akselilta ja tiivistepestästä. Pumpun pysähtyessä neste palaa akselille täyttäen tiivistepestän ja painaa joustavan seisonnatiivisteiden vastarengasta vasten, jolloin vuotoa ei tapahdu. Uudelleen käynnistäessä apujuoksupyörä pumppaa nesteen pois akselilta ja tiivistepestästä ja seisonnatiiviste ei painaudu vastarengasta vasten.

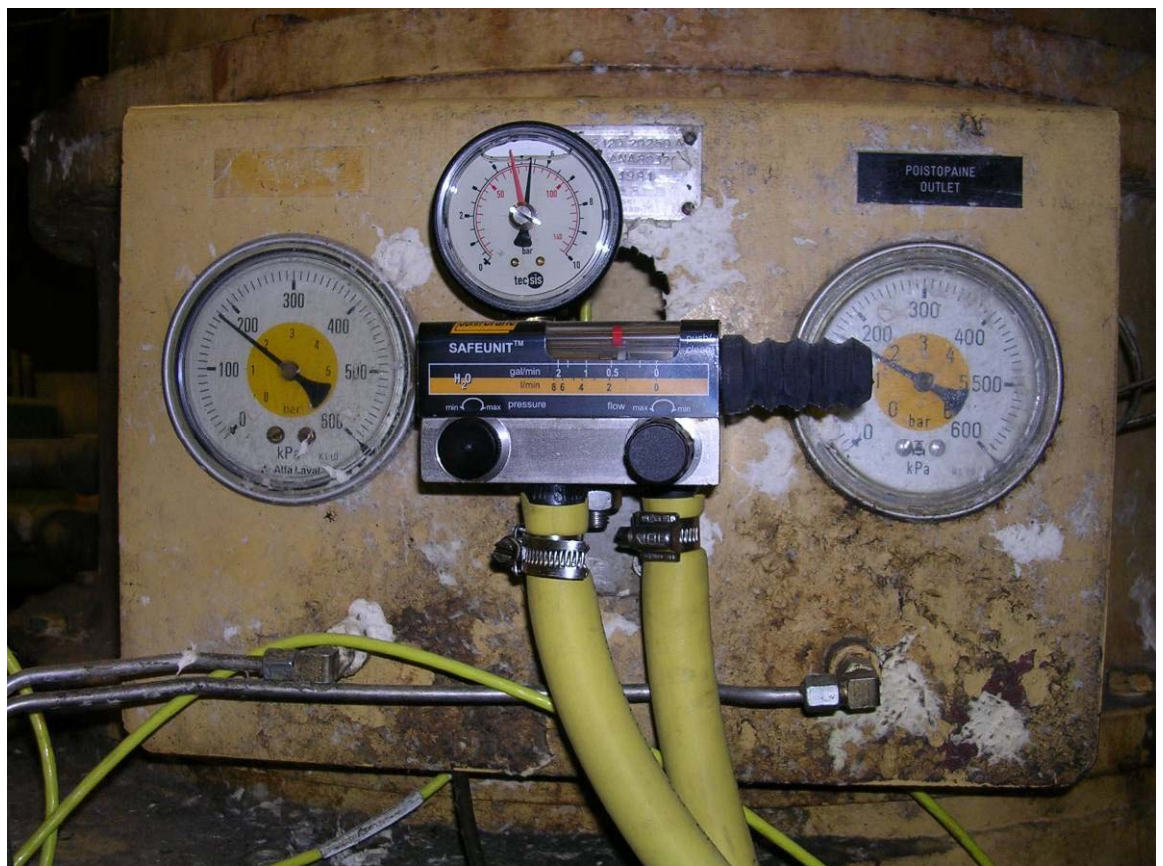
Tiivistys kestää saman käyttöiän kuin pumpun muutkin nesteen kanssa kosketuksissa olevat osat. Tiivistyksellä ei ole taipumusta äkillisiin vikaantumisiin. Tiivistyksen etuna on, että tiivistevettä ei tarvita tiivistykseen. Tiivistyksen osat sopivat pääsääntöisesti pumppuun vain osia vaihtamalla ja pumpun asennusmitat pysyvät samoina. Tiivisteen valinnassa on otettava huomioon pumpattavan nesteen laatu ja lämpötila sekä tulopaineen taso. [6.]



Kuva 9. Dynaaminen tiiviste. [6]

4 TIIVISTEVESIJÄRJESTELMÄ

Tiivisteveden tarkoituksena on voidella ja jäähdyttää akselille asennettua tiivistettä, joka estää tuotteen pääsemistä pois käytettävästä laitteesta. Kajaanin paperitehtaalla tiivistevesijärjestelmä koostuu neljästä osaprosessista eli jäähdytysvesisäiliöstä, tiivistevesipumpuista, tiivistevesisihdistä ja ryhmäkohtaisista tiivistevesiputkistoista. Tiivistevesi pumpataan kohteisiin linjaston kautta, mihin on asennettu sihti, joka poistaa vedestä epäpuhtaudet. Sihti on varustettu automaattisella puhdistustoiminnolla, ja se pystytään ohittamaan tarvittaessa käsiventtiilin avulla. Tiivistevesijärjestelmä on jaettu ryhmiin käyttökohteiden mukaan. Kohteet noudattavat suurin piirtein massankäsittelyn, lyhyen kierron, nollavesijärjestelmän, kuitujen talteenottojärjestelmän sekä hylkyjärjestelmän käynnistysryhmiä. Ryhmiä on 15, ja niistä 13 on varustettu automaattiventtiilillä. Automaattiventtiilit estävät tiivisteveden virtaamisen ryhmän laitteisiin niiden ollessa pois käytöstä. Venttiilin jälkeen tiivistevesi on haaroitettu ryhmän jokaiselle laitteelle. Laitteissa on asennettu myös käsiventtiili ja rotametri (kuva 10), josta voidaan seurata laitekohtainen veden kulutus. [6,7.]



Kuva 10. Toisiolajittimen tiivistysveden virtaus- ja painesäädin.

Tiivisteveettä käytetään lähes aina punos- ja mekaanisten tiivisteiden kanssa. Tiivisteveden laadulla voidaan säästää kulutuksessa (taulukko 1). Yleisesti tiivisteveden määrää ei aseteta tiivisteiden optimaaliseen vesimäärään, vaan se asetetaan, että järjestelmä pysyy tukkeutumattomana. Tiivisteet eivät yleensä toiminnan kannalta tarvitsisi kuin 0,5–1,0 litraa minuutissa. Säätlaitteiden hyvän toiminnan kannalta asetetut arvot ovat yleensä 2,0–5,0 litraa minuutissa. [6,7.]

Kajaanin paperitehtaalla on oma tiivistysveden puhdistusjärjestelmä, ja tämän vuoksi on saatu vedenhinta alhaiseksi.

Taulukko 1. Esimerkki veden säästämisestä. [6]

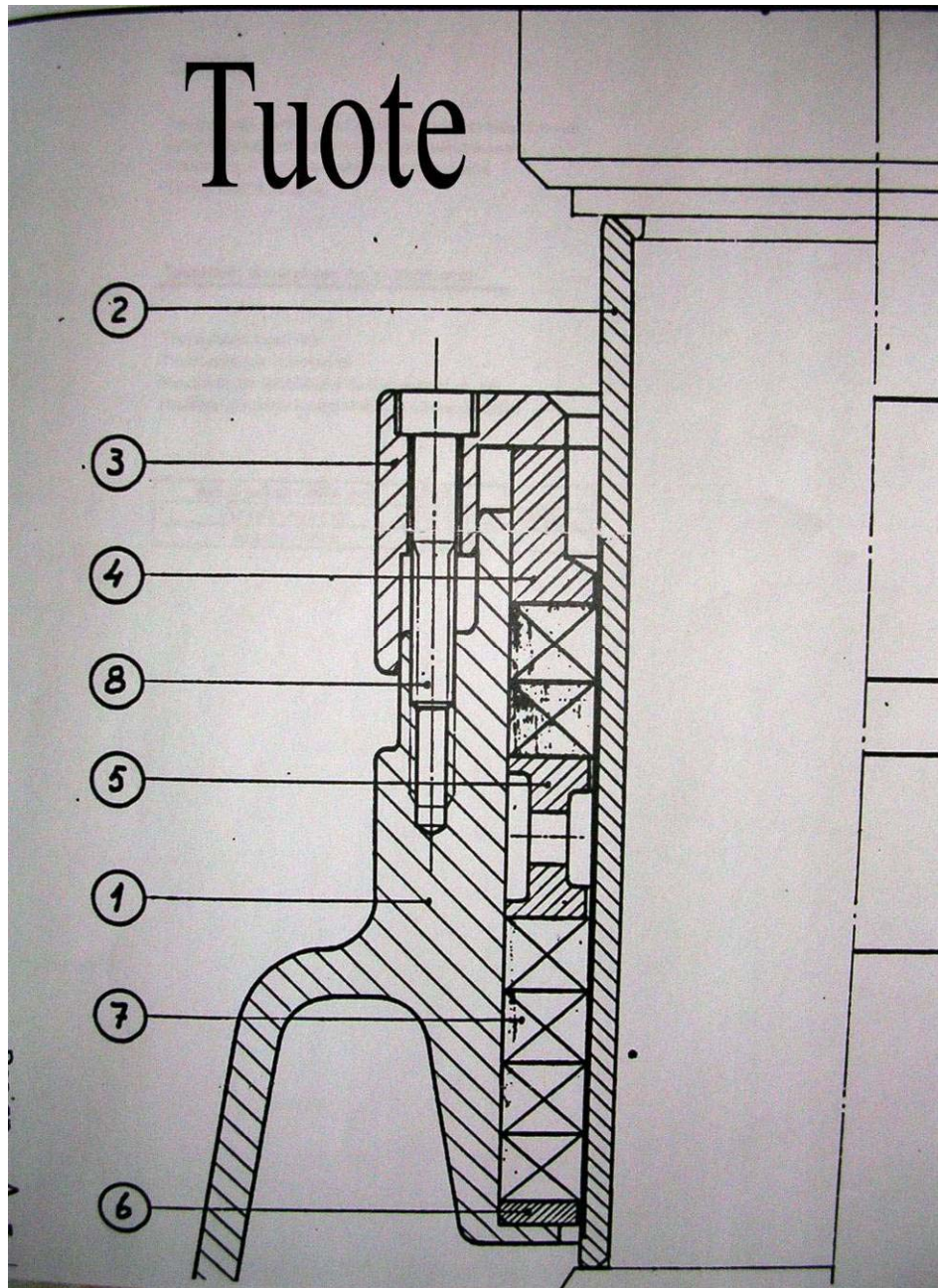
Laite	kpl	Tiiviste, Vanha vesijärjestelmä	<u>l/min</u> kpl	<u>Yht. l</u> min	Tiiviste, Uusi vesijärjestelmä	<u>l/min</u> kpl	<u>Yht. l</u> min
Massa-alue							
Lauhepumput	20	1-toiminen	-	-	1-toiminen	-	-
Massapumput	50	1-toiminen flush	5	250	1-toiminen quench	1,5	75
Massapumput	50	2-toiminen läpivirtaava	3	150	2-toiminen läpivirtaava	1,5	75
Sekoittimet	15	2-toiminen läpivirtaava	5	75	2-toiminen seisova	-	-
Pulpperit	10	2-toiminen läpivirtaava	5	50	2-toiminen seisova	-	-
Lajittimet	10	2-toiminen läpivirtaava	5	50	2-toiminen läpivirtaava	1,5	15
Jauhimet	10	2-toiminen läpivirtaava	5	50	2-toiminen läpivirtaava	1,5	15
Päällystysasema ja pastakeittiö							
Pumput	50	2-toiminen läpivirtaava	5	250	2-toiminen suljettu	-	-
Kulutus yhteensä				875			180

5 TUTKITTAVAT KOHTEET

5.1 Konelajitin

Lajittimen hyvän toiminnan kannalta on tärkeää, että akselin tiivistys on pitävä (liite 5). Tutkittavassa kohteessa tiivistys on toteutettu punostiivisteellä (kuva 11) (taulukko 3). Tiivisteiden alkaessa vuotaa valuu vuotava neste lajittimen käytön kiilahihnoille. Valuessaan neste liukastaa kiilahihnat ja hihnat alkavat luistaa. Luistamisesta seuraa painevaihteluja massan siirtyessä perälaatikolle, mikä näkyy paperin laadussa. Kiilahihnojen luistaminen voi aiheuttaa myös lajittimen sihtirummun tukkeutumisen. Tiivistyksen heikkoutena on sen käyttöönotto. Punostiivistyksen tavallinen käyttöönotto tapahtuu, että tiivistys on alussa löysemmällä ja tiivistystä kiristetään, kun sitä on käytetty noin 100–150 tuntia. Kyseisessä lajittimessa tiivistyksen kiristäminen on vaikeaa, koska kiristämistä ei voi suorittaa laitteen ollessa käynnissä. Lajittimen pysäyttämistä ei voida tehdä kesken paperin valmistamisen. Tiivistyksen kiristämiseksi täytyy laitteesta poistaa kansi ja roottori. Lajitin on lisäksi huuhdeltava massasta sekä varmistaa, että tarvittavat lukitukset ovat kiinni. Tiivistyksen kuntoa ja kiristysvaraa on vaikea arvioida ilman painajan kannen ja painajan irrotusta (taulukko 2).

Kajaanin paperitehtaalla paperikone 4:llä konelajittimia (kuva 12) on neljä kappaletta. Paperin laadun varmistamiseksi konelajittimista voi olla enintään yksi kerrallaan huollon kohteena. Yhdenkin lajittimen ollessa poissa käytöstä vaikuttaa se hiukkasen paperin laadun tasaisuuteen. Yhden lajittimen huollon aikana on vaarana, että jokin kolmesta toiminnassa olevasta lajittimesta jouduttaisiin pysäyttämään.



Kuva 11. Konelajittimen askelintiivistys. [8]

Taulukko 2. Kuvan 11. osaluettelo.

1	Tiivistyksen pidin
2	Akseliholkki
3	Painajan kansi
4	Punostiivisteiden painaja
5	Vesirengas
6	Pohjaholkki
7	Punostiiviste
8	Kiristys ruuvi



Kuva 12. PK4-konelajitin.

Taulukko 3. PK4-konelajittimen tekniset tiedot. [8]

Tekniset tiedot konelajittimesta	
Tyyppi	JS 280
Sihtipinta-ala	2,79 m ²
Käyttömoottori	37 kW
Akselin halkaisija	100 mm
Punostiiviste	16,0 x 16,0 mm, L=2200 mm
Akselinopeus	n.1,4 m/s

5.2 Toisiolajitin

Toisiolajitin on toiminnoltaan hyvin samankaltainen kuin konelajitin. Myös laitteen ongelmat kunnossapidon kannalta seuraavat konelajitinta. Lajittimen akselintiivistys on toteutettu punostiivisteellä (taulukko 4). Kuten konelajittimessa, ongelmana on punostiivisteiden käyttöönotto, joka täytyisi suorittaa, että tiivistettä käytettäisiin alussa löysemässä ja kiristettäisiin, kun käyttötunteja olisi 100–150. Tiivistyksen vuotamisesta aiheutuu nesteen valuminen voimansiirron käyttöhihnoille. Hihnojen luistamisesta aiheutuu laatupoikkeamia tuotantoon. Hihnojen luistamisesta aiheutuu myös usein lajittimen tukkeutuminen, jolloin lajitin joudutaan aukaisemaan ja pesemään tukkeutumisen aukaisemiseksi. Kyseistä lajitinta (kuva 13) paperikone 4:llä on vain yksi kappale. Käytössä on huomattu, että toisiolajittimen laakerointi vaikuttaa myös tiivistyksen kestoikään ja pitävyyteen. Huonokuntoinen laakerointi ja akselin heitot (liite 4) aiheuttaa suuremman rasituksen punostiivisteeseen, jolloin tiivistyksen pitäminen heikentyy. Tiivistys vikaantuu nopeasti ja usein.

Taulukko 4. PK4-toisiolajittimen tekniset tiedot. [8]

Tekniset tiedot toisiolajitin	
Tyyppi	JS 120
Sihtipinta-ala	1,2 m ²
Käyttömoottori	22 kW
Akselin halkaisija	80 mm
Punostiiviste	12,5 x 12,5 mm, L=1800 mm
Akselinopeus	n.1,6 m/s



Kuva 13. PK4-toisiolajitin.

5.3 Pituusleikkurin pulperi

Paperikone 4:llä sijaitsevien pituusleikkureiden pulpperit ovat tyypiltään pystypulppereita (kuva 14). Pulperi yhdessä (PL41) hajotetaan leikkureilta tulevat reunanauhat, ja pulperi kahdessa (PL42) hajotetaan hylkyrullat. Hylkyrullat halkaistaan ennen pulpperiin pudottamista giljotiinilla, joka sijaitsee pituusleikkuri kahden läheisyydessä. Pulppereiden toiminta vaikuttaa paperin valmistukseen. Jos pulppereita joudutaan seisottamaan pitkään, täyttyvät konerullat, jolloin paperikone joudutaan pysäyttämään.



Kuva 14. PK4-pituusleikkurin pystypulperi (PL41).

Pulppereiden akselintiivistykset on toteutettu myös punostiivisteellä. Ongelmia ilmenee etenkin pulperi kahdella, jossa hylkyrullia pudotetaan pulperiin. Pudotessaan painavat hylkyrullat aiheuttavat iskumaista kuormitusta roottoriin ja sitä kautta punostiivistykseen sekä laakerointiin. Pulppereiden käyttö ei ole jatkuvaa, eli on mahdollista, että punostiiviste tarttuisi kiinni akseliin sen ollessa pysähtyneenä. Pulperia käynnistettäessä punostiivisteestä lähtee mahdollisesti hieman pintamateriaalia, jolloin tiivistys alkaa vuotaa. Kyseisissä kohteissa pieni vuotaminen ei ole vaarallista, koska pulperin käyttö on toteutettu mekaanisella vaihteella.

Massan valuminen lattialle ei kuitenkaan ole toivottavaa. Lattiasta tulee hyvin liukas ja sitä kautta se muodostaa turvallisuusriskin (kuva 15). Massa joudutaan pesemään lattialta vedellä.



Kuva 15. PK4-pituusleikkurin pystypulpperin syvänteen lattia (PL41).

Punostiivisteiden kiristäminen ei ole mahdollista laitteen käynnin aikana, koska punostiivisteiden ja akselinlaakeroinnin välinen tila on hyvin pieni (kuva 16), joten olisi turvallisuusriski mennä kiristämään ahtaaseen väliin. Punostiivisteiden uudelleen pakkaaminen on ahtaasta välistä myös hankalaa ja aikaa vievää.

Taulukko 5. Pystypulppereiden tekniset tiedot. [8]

Pystypulpperi	PL41	PL42
Tyyppi	JP2	JP3
Akselin halkaisija	105 mm	130 mm
Punostiiviste	16,0 x 16,0 mm, L=1720 mm	16,0 x 16,0 mm, L=1840 mm
Akselinopeus	n. 2,1 m/s	n. 2,6 m/s



Kuva 16. PK4-pituusleikkurin pystypulperi (PL42).

6 TUTKITTAVIEN KOHTEIDEN VAIHTOEHTOISET TIIVISTYKSET

Työn aikana haastateltiin eri tiivistetoimittajia, joilta saatiin ehdotuksia uusista tiivisteratkaisuista kohteisiin. Tiivistetoimittajien tarjoamista tuotteista täytyi suunnitella kunnossapidon kannalta edullisimmat ratkaisut. Tiivisteiden valinnassa kohteista täytyi selvittää akselin halkaisija, ja jos käytössä on akseliholkki, sen halkaisija. Valintaan vaikuttavat myös seuraavat tekijät: akselinpyörimisnopeus, massasakeudet, massan lämpötila sekä tiivisteiden tarvitsema tila.

6.1 Konelajittimen ratkaisut

Yhden konelajittimen nykyinen punostiivistys kuluttaa vettä noin 2 litraa minuutissa. Veden hinta paperitehtaalla on saatujen tietojen perusteella alhainen, joten veden vähentäminen nykytilanteesta ei tuo merkittäviä kustannussäästöjä. Kunnossapidon kustannussäästöjen aikaan saamiseksi tiivistyksen huolto ja kestoikä täytyisi saada pidemmäksi. Laitehistoriasta käy ilmi, että akselitiivistyksestä johtuvat säätö- ja korjauskerrat lajitinta kohden nousevat keskimäärin neljään kertaan vuodessa. Työaikaa tiivistyksen pakkaamiseen ja kiristämiseen menee noin neljä tuntia kahdelta asentajalta.

Käytössä olevan punostiivistyksen ongelmana on sen kiristäminen käynnin aikana. Jotta tiivistys saataisiin paremmaksi ja ongelmat käynninaikaisista huoltotoimista pois, edellyttää se tiivistyksen vaihtamista esimerkiksi liukurengastiivistykseen. Punostiivistyksen vaihtaminen liukurengastiivistykseen edellyttää, että lajittimeen täytyy valmistaa ja asentaa uusi pidin liukurengastiivistelle. Liukurengastiivistys on asennuksen jälkeen käyttökunnossa, mitä ei tarvitse säätää käynnin aikana. Tästä syystä saadaan säästöjä kunnossapidon osalta, koska ylimääräisiä säätötöitä ei tarvitse suorittaa.

Liukurengastiivistyksen ja tiivistyksen uuden pitimen hankintakustannukset nousevat suhteellisen korkeiksi. Yhden lajittimen uusi tiivistysratkaisu kattaa suuruusluokaltaan neljän lajittimen tiivistyksestä johtuvat huolto- ja kunnostustyökustannukset vuoden ajanjaksolla. Ottaen huomioon tiivistyksestä johtuvat tuotannolliset häiriöt ja viiveet, ovat uuden tiivistysratkaisun kustannukset suhteessa pienet.

Liukurengastiivistykseen tarvittavan pitimen suunnittelu siirtyi laitteen toimittajalle, ja se ei kerinyt valmistua työn loppuun mennessä. Pitimen kustannuksista laitteen toimittaja pystyi antamaan vain arvion, jonka perusteella tarkempia kustannuslaskelmia on vaikea tehdä. Työn aikataulun puitteissa on paneuduttava nykyisen ratkaisun parannuskeinoihin. Punostiivistyksen asentaminen vaatii osaltaan tarkkuutta ja huolellisuutta.

Nykyisen punostiivisteiden tilalle olisi mahdollista kokeilla markkinoilla olevaa kartionmallista punostiivistettä (liite 1), joka asettuu neliömuotoon, kun se asennetaan akselille. Kartiomainen tiiviste on kalliimpi kuin normaali punostiiviste. Kalliimpi ostohinta voi kuitenkin kumoutua, jos tiivisteiden kestoikää saadaan pidemmäksi. Tiivistyksen parantavana keinona näkisin nykyisessä ratkaisussa, kokeiltavaksi kartionmallista punostiivistettä. Tiivistyksen asennuksessa on oltava huolellinen, jotta kartiomaisen tiivisteiden asennus tulee oikeinpäin ja tiivisteet on leikattu oikeaan mittaan. Asennuksessa on otettava huomioon myös punostiivisteiden painajan kunto, pintojen suoruudet ja varmistaa (kuva 11, taulukko 2), että painaja tulee suoraan jolloin, kiristäminen tapahtuu tasaisesti. Jäädessään vinoon kuormittaa painaja tiivistystä epätasaisesti, jolloin tiivistyksen toiminta heikkenee. Asennuksen aikana on tarkistettava akseliholkin kunto. Vuototiheyden kasvaessa on laakeroinnin tarkkailua lisättävä.

6.2 Toisiolajittimen ratkaisut

Toisiolajittimen toiminta on hyvin samankaltainen kuin konelajittimien, mutta pienemmässä mittakaavassa. Toisiolajitin tarvitsee punostiivisteeseen keskimäärin 1,5 litraa minuutissa. Toisiolajittimen ongelmana on, että punostiivistyksen tarvitsemaa kiristystä ei voida suorittaa laitteen ollessa käytössä. Tiivistyksen kiristämiseen käytettävä työaika ja vuoden aikana tehdyt huolto- ja korjaustoimien kerrat nostavat kunnossapidon kustannuksia merkittävästi.

Punostiivisteiden oikean käytön kannalta on tiivistystä vaikea toteuttaa toisiolajittimessa. Punostiivisteiden yleinen käyttö vaatii jatkuvaa seuranta kohteissa, mikä ei ole mahdollista kyseisessä kohteessa. Laitteen ongelmaa on hankalaa korjata erityyppisillä punostiivisteillä, koska punostiiviste supistuu käytön aikana, jolloin tarvitaan punoksen kiristystä.

Erilaisella ratkaisulla saataisiin pois tiivistyksen käynninaikainen huolto ja laskettua kunnossapitokustannuksia. Tiivistyksen toteuttaminen liukurengastiivistyksellä jättäisi pois käynninaikaiset huoltotoimet. Toisiolajittimen akselitiivistyksen toteuttaminen liukurengastiivistyk-

sellä vaatisi uudelle tiivistykselle pitimen. Kustannuksia ajatellen tiivistyksen toteuttaminen liukurengastiivistyksellä kattaa nykyisen ratkaisun kahden vuoden tiivistyksestä johtuvan huoltokustannukset. Kyseisen toteuttamisen kustannukset ovat vain laitteen suunnittelijan arvioita. Tarkemmat suunnitelmat toteutuksesta eivät ehtineet työn puitteissa. Tiivistyksen vuotamisesta aiheutuvat kustannukset nousevat merkittävästi, kun otetaan huomioon tuotannolliset ongelmat ja häiriöt. Työn tarkoituksena on kuitenkin saada ensisijaisesti kustannukset alhaiseksi kunnossapidon kannalta, mikä vaikuttaa myös tuotannollisiin kustannuksiin.

Työn aikatauluun eivät ehtineet tarkemmat kustannuslaskelmat liukurengastiivistyksestä, joten työssä paneuduttiin nykyiseen ratkaisuun. Nykyisen punostiivisteiden tilalle olisi mahdollista kokeilla kartiomaista punostiivistettä. Tiiviste on kartiomainen, kun se on vapaasti, mutta akselille asennettuna tiivisteiden muoto menee neliöksi. Punostiivisteiden asennuksessa on oltava tarkkana, että tiiviste on leikattu oikeaan mittaan ja se asennetaan oikeinpäin. Punostiivisteiden ja kirijän välissä olevan painajan asennuksessa (kuva 11, taulukko 2) on oltava myös tarkkana, että painaja tulee suoraan punostiivisteiden päälle. Painajan jäädessä vinoon kiristys ei tapahdu tasaisesti, josta seuraa, että vuotaminen alkaa helpommin. Lisäksi akseliholkin kunto on tarkistettava asennuksen aikana. Tiivistyksen kestäminen nykyisellä ratkaisulla vaatii todella huolellisen asennuksen. Huolelliseen asennukseen menee työaika reilummin. Onnistunut asennus vaikuttaa kuitenkin kunnossapidon kustannuksiin, jos esimerkiksi hyvin asennetun tiivisteiden ansiosta saadaan huoltokertoja vähennettyä. Vuototiheyden kasvaessa on laakeroinnin tarkkailua lisättävä.

6.3 Pituusleikkureiden pystypulpperit

Pystypulppereiden akselintiivistykseen tiivistevettä kuluu yhtä pulpperia kohden 5 litraa minuutissa. Pulppereiden akselilaakeroinnin ja punostiivisteiden välinen tila on hyvin ahdas, mikä tuottaa hankaluuksia punostiivistystä pakatessa ja kiristäessä. Kohteet eivät pyöri jatkuvasti, joten tiivistyksen pitämiseen vaikuttaa myös mahdollinen tiivisteiden tarttuminen akseliin, mikä irrottaa tiivisteiden pintaa käynnistyksessä. Historiasta käy ilmi, että tiivistystä joudutaan huoltamaan keskimäärin kaksi kertaa vuodessa.

Akseliston purkaminen on iso projekti, joten kohteeseen olisi ratkaisuna tiiviste, joka voidaan asentaa akseliston ollessa paikoillaan. Tiivistyksen on kestävä hieman säteis- ja aksiaali-kuormaa, koska giljotiinilta tulevat hylkyrullat iskeytyvät voimalla pulpperiin.

Ahdas tila tiivistyksen ja laakeroinnin välissä vaikuttaa tiivistyksen valintaan. Kohteiden tiivistys olisi mahdollista toteuttaa halkaistulla liukurengastiivistyksellä. Tiivistyksen asennus vaatisi PL41-pulpperiin pientä muutosta. Muutoksessa poistetaan vesirengas ja lyhennetään nykyistä punospesää 22 mm, jolloin saadaan mahtumaan tiivisteen vaatima adapteri sekä 106 mm RDS (radially divided seals)- tiiviste (kuva 17). Ratkaisussa akseliholkki ja punostiivisteet jätetään tiivistepesän pohjalle ja kiristetään halkaistulla adapterilla. Punokset suojaavat tiivistettä ja tukevat akselia. PL42-pulpperiin ei tarvitse tehdä muutosta, ainoastaan vesirengas poistetaan. Ratkaisuun kuuluu halkaistu 130 mm RDS-tiiviste sekä halkaistu adapteri, joka kiristää pohjalle jätettyjä punostiivisteitä. Laskelmat osoittavat (taulukko 7, 8), että ratkaisujen hankintahinnoilla, jos ei ilmene ongelmia, olisi takaisinmaksuaika noin neljä vuotta.



Kuva 17. AES SEAL RDS-tiiviste. [4]

Pulppereiden akselintiivistys olisi mahdollista toteuttaa pursotettavalla tiivisteaineella (liite 2,3). Pursotettavan tiivistyksen etuina verrattuna punostiivisteeseen saavutetaan kustannuksia tuottavista pakkauskerroissa sekä tiivistysveden jäämisestä pois. Tiivisteiden vaihtamista varten

laitetta ei tarvitse purkaa, vaan tiivistekeitua pursotetaan lisää tiivistyksen pitämiseksi. Asennuksessa poistetaan vesirengas ja lisätään liitäntä vanhaan tiivistysvesiputkeen, mistä tiivistemassaa voidaan tarvittaessa lisätä. Etuna punostiivisteeseen verrattuna on myös, että pursotettavaa tiivisteainetta pystytään lisäämään laitteen ollessa toiminnassa, joten tuotantoon ei tule katkoksia. Kustannuslaskelmat osoittavat (taulukko 6), että mikäli tiivisteratkaisu muutetaan punostiivisteestä tiivistemassaan, tiivistemassa maksaa ensiasennuksesta koituvat kustannukset takaisin reilussa vuodessa. Tiivistemassan kustannuksissa on otettu huomioon materiaalit, työt, matkakulut sekä arvio vuodenaikana kuluva tiivistemassasta.

Taulukko 6. Kustannuslaskelma punostiiviste ja tiivistemassa.

Kustannuslaskelma PL41, PL42			
Punostiiviste			
Veden kulutus	5 l/min	n.2520 m ³ /vuosi	45.36 €/vuosi
Työkustannukset	6 h x 2 miestä x 46 €/h x 2 krt/v		1104 €/vuosi
Punostiiviste (Lattyflon 4757)	16,0x16,0 mm	L=1720 mm	n.150 €/vuosi
			Yht.n.1300 €/vuosi
Tiivistemassa			
Kertapakkaus tiivistemassalla.			n.xxxx €/ asennus
Sisältävät materiaalit, työn ja matkakulut.			

Taulukko 7. Kustannuslaskelma punostiiviste ja RDS halkaistuliukurengastiiviste.

Kustannuslaskelma PL41,			
Punostiiviste			
Veden kulutus	5 l/min	n.2520 m ³ /vuosi	45.36 €/vuosi
Työkustannukset	6 h x 2 miestä x 46 €/h x 2 krt/v		1104 €/vuosi
Punostiiviste (Lattyflon 4757)	16,0x16,0 mm	L=1720 mm	n.150 €/vuosi
			Yht.n.1300 €/vuosi
Halkaistuliukurengastiiviste (hintaa sisältää asennuksen)			
106 mm RDS hinta: xxxx € + alv.			
Adapteri hinta: xxx € + alv.			Yht. xxxx € + alv.

Taulukko 8. Kustannuslaskelma punostiiviste ja RDS halkaistuliukurengastiiviste.

Kustannuslaskelma PL42, Punostiiviste			
Veden kulutus	5 l/min	n.2520 m ³ /vuosi	45.36 €/vuosi
Työkustannukset	6 h x 2 miestä x 46 €/h x 2 krt/v		1104 €/vuosi
Punostiiviste (Lattyflon 4757)	16,0x16,0 mm	L=1840 mm	n.160 €/vuosi
			Yht.n.1310 €/vuosi
Halkaistuliukurengastiiviste (hintaa sisältää asennuksen)			
130 mm RDS hinta: xxxx € + alv.			
Adapteri hinta: xxx € + alv.			Yht.xxxx € + alv.

7 YHTEENVETO

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää PK:4:n konelajittimen, toisiolajittimen ja PL41/42-pulppereiden akselintiiivistyksen ratkaisuja. Työn kuvaan kuului tutustua erilaisiin tiivisteratkaisuihin ja niiden eroavaisuuksia toisiinsa nähden. Nykyisistä tiivisteratkaisuista täytyi tutkia mahdollisia vian aiheuttajia. Työssä etsittiin ratkaisuja, joilla saadaan kunnossapidon kustannuksia vähennettyä, jolloin myös tuotannolliset häiriöt vähenevät. Työhön ei otettu huomioon tiivistyksestä aiheutuvia kustannuksia tuotannossa. Kustannuksia tutkittiin vain kunnossapidon näkökulmasta.

Työssä paneuduttiin nykyisen rakenteen mahdollisten parantavien ratkaisuiden etsimiseen. Kone- ja toisiolajittimen ongelmat ja rakenteet ovat hyvin samankaltaiset, ja koska tiivistyksen muutostyö liukurengastiivistykseen vaatii tarkempaa suunnittelua, keskityttiin työssä punostiivistykseen. Lajittimien tiivistyksen parantavaksi ratkaisuksi tuli kokeiltavaksi kartiomallinen punostiiviste. Huomioitava seikka on myös tiivistyksen asennus, joka täytyy suorittaa huolellisesti ja tarkasti. Asennuksessa käytetään hyväksi havaittuja työnsuorittajia. Kunnollisella asennuksella saadaan vähennettyä laitteiden aiheuttamia kunnossapitokustannuksia. Tiivistysveden kulutus kyseisissä kohteissa ei ole suuri, joten punostiivistyksen hyvän toiminnan kannalta ei ole tarpeellista vähentää virtauksen määrää.

PL41/42-pulppereiden akselintiiivistyksen parannuskeinona olisi tiivistyksen vaihto punostiivisteestä tiivistemassan käyttöön. Tiivistemassan käyttöönotto ei tuo isoja muutoksia rakenteeseen, jonka ansiosta ratkaisu on suhteellisen edullinen. Tiivistyksen vaihdolla saavutetaan etuja pakkauskustannuksissa sekä taloudellisia kuluja tiivisteveden pois jäännillä. Lisäksi tiivistysmassan lisääminen onnistuu laitteen ollessa toiminnassa. Kulut uuden ratkaisun asennuksesta saataisiin takaisin noin reilun vuoden käytöllä verrattuna nykyiseen ratkaisuun. Toisena vaihtoehtona olisi asentaa halkaistu liukurengastiiviste, mikä on hankintahinnaltaan kalliimpi kuin tiivistemassa. Liukurengastiivisteiden takaisinmaksuaika on noin neljä vuotta ja tiivistemassalla reilu vuosi. Kummankin ratkaisun pystyy asentamaan akselille ilman akseliston irrottamista. Työnpohjalta uudeksi tiivisteratkaisuksi pulppereihin on valittu tiivistemassa.

LÄHTEET

- 1 UPM-Kymmene, Oyj (22.3.2007) [WWW-dokumentti] <http://www.upm-kymmene.com>.
- 2 Ulla Häggblom-Ahnger ja Pekka Komulainen, Paperin ja kartongin valmistus 2. Tarkistettu painos, Jyväskylä 2001. ISBN 952-13-1280-7.
- 3 Tiivistetoimittaja, Chesterton (22.3.2007) [WWW-dokumentti] <http://www.chestertonfinland.com>.
- 4 Tiivistetoimittaja, Aes Seal (22.3.2007) [WWW-dokumentti] <http://www.aesseal.fi/>.
- 5 Tiivistetoimittaja, Tiivistekniikka Oy (22.3.2007) [WWW-dokumentti] <http://www.tiivistekniikka.fi>.
- 6 Knowpap oppimisympäristö UPM-Kymmene intranet (4.1.2007).
- 7 Osaprosessiselostus JP-suunnittelu Oy. Päiväys 27.3.2002.
- 8 Jylhävaara, Jylhäsihti, Tekninen selostus.
- 9 Pertti Saukko, Aes Seal, Sähköposti (22.3.2007).
- 10 Mika Heikkinen, Pstiiviste, Sähköposti (23.2.2007).

LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1 KARTIOPUNOSTIIVISTEEN AES_285TP TEKNISET TIEDOT

LIITE 2 TIIVISTEMASSA CMS-2000 1/2

LIITE 3 TIIVISTEMASSA CMS-2000 2/2

LIITE 4 TOISIOAJITTIMEN AKSELISTO

LIITE 5 KONEAJITTIMEN AKSELISTO



Style 285TP - PAPERSTAR

Aramid fibre with PTFE impregnation and run in lubricant



Main areas of application:

- Centrifugal pumps
- Blenders
- Agitators
- Kneading devices
- Gate valves
- Filters
- Refiners

Characteristics:

- After installation Trapez-Pack® turns from trapezoid into square shape providing an even pressure distribution in the entire stuffing box; avoiding out-side leakage and minimising the wear of both the shaft and the packing. This extends the life of the packing and improves the sealability. The fact that the packing does not self-leads to short run-in periods.
- Protected against wear and tear, universal packing with medium abrasive the fluids, high cross section density and structural consistency. Elastic and adaptable.
- Low friction means only little effort is required to change the positioning.
- Clean packing which should be used where attention has to be paid to unclean the fluids
- A min shafthardness HRC 45 is recommended



p [bar]	25 (20*)	100	100
v [m/s]	25 (20*)	2	-
t °C	-100 ... +280 (280*)		
pH	1 - 13		
g/cm³	1,45		

* practically usefull data

Suitable for:

Pulp and paper, sugar, sewage
and power station industries

Form of delivery:

This packing can be produced from 10 to 40 mm square and as well in intermediate sizes and special measurements respectively.

10 - 15 mm	on	2,5 kg spool	Special length, pre cut- or
16 mm and above	on	5 kg spool	die formed rings on request

1 kg of packing of the following cross-sections is equivalent to following Meter lenghts:

[size]	3/8"	10	12	1/2"	14	15	16	18	19	20	22	25
[m]	7,6	6,9	4,79	4,28	3,52	3,07	2,69	2,13	1,91	1,72	1,42	1,10

All technical informations and advices are based on our experience and will be given most conscientiously but do not found any liability. Indication and figures need to be examined by the user

Copyright © 2003 AESSEAL plc

Europe
AESSEAL plc
Packing Division Europe
Rudolf-Diesel-Ring 25a
D-82054 Sauerlach
Germany

Telefon: +49 8104 6640-21
Telefax: +49 8104 6640-44
E-mail: packing.euro@aes seal.com
Internet: <http://www.aes seal.com>

Africa
AESSEAL (PTY) Ltd.
PO Box 5467
Half Way house
Johannesburg
1685
South Africa

Telefon: +27 (0) 11 466 6500
Telefax: +27 (0) 11 466 6588
E-mail: admin.jhb@aes seal.co.za
Internet: <http://www.aes seal.co.za>

ID-Nr.: pdf-7707/0406.2005

CHESTERTON

CMS

2000

CHESTERTON
HUOLTOJÄRJESTELMÄ

Valmistettu NSA:n
rekisteröimän ISO 9001-
laatusijajärjestelmän
mukaisesti.

UUTTA!

Käänteentekevä edistysaskel tiivistepesän vuotojen hallinnassa

- Huuhtelu ei ole koskaan tarpeen
- Tiivistepesän vuotoja ei esiinny käytännöllisesti katsoen lainkaan
- Ei tarvitse koskaan purkaa tiivisteiden vaihtamista varten
- Eliminoi kirjava varastointitarve: standardoi käyttämällä yhtä ainoata mallia kaikkialla laitoksessa

- Hämmästyttävän taloudellista kutakin tiivistepesää kohti laskettuna
- Tehokas kuluneille, urittuneille akseleille ja holkeille
- Erittäin puhdas, kuituvahvisteinen komposiittiaine muodostaa tasa-aineisen tiivistysmassan
- Saatavissa grafitoituna tai valkoisena, tahraamattomana massana

- Ainutlaatuinen *Sisäinen laminaarileikkaus* estää akselin tai holkin kitkakulumisen

Pakkaa tiivistepesä yksittäisillä CMS-2000-puikoilla tai CMS-2000-kasetilla ja suorita lopputyö tarpeen mukaan. Kasettoliistat toimii 700 barin paineella, jolloin tiivistepesän epätasaisuudet tasoittuvat ja tiivistyksestä tulee täysin tiivis.

Pikaliittimien ansiosta samaa pistoolia voidaan käyttää laitoksen eri osastoissa. Huoltotoimet ovat entistä helpompia, nopeampia ja taloudellisempia!

Sólo dos anillos trenzados en los extremos evitan la extrusión.

Disponible también en grafito



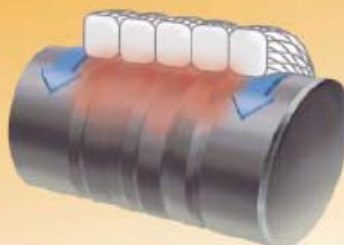


Yksikään muu tiivistesarja ei toimi sen tavoin eikä suojele akseleita sitä paremmin

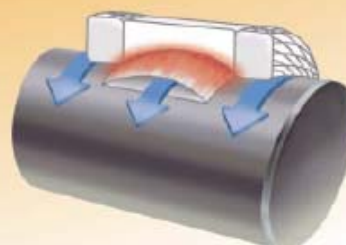
Käytössä ollessaan CMS-2000-pumputiivisteaineet takertuvat akseliin tai holkkiin sekä tiivistepesän seinämiin. Tiivisteaine on suunniteltu joutumaan **Sisäisen laminaarileikkauksen** kohteeksi, jolloin suhteellinen liike tapahtuu vähätkäisen tiivisteaineen sisällä eikä akselia tai holkkia vasten. Laitteita suojataan aggressiiviselta urittumiselta, joka on yleistä tavallisten tiivisteiden yhteydessä.

Muodostaa tiiviin komposiittainerenkaan, jossa ei ole vuotoreittejä

CHESTERTON CMS-2000-pumputiivisteaineet muodostavat ehjän komposiittainerenkaan, joka muotoutuu tiivistepesän sekä akselin tai holkin epätasaisuuksien mukaan. Vuotoreittejä ei esiinny, ja huuhtelu voidaan eliminoida. CMS-2000-tiivisteaineet käytännöllisesti katsoen tekevät lopun vuodoista ja säästävät rahaa, jota muuten tarvittaisiin huuhtelun lisäämiseen ja talteenottoon, holkkien vaihtamiseen ja eri pumppukokoihin sopivien tavallisten tiivisteiden varastointiin.



Tavallinen tiiviste pureutuu akseliin, mikä aiheuttaa kalliiksi käyviä kulumisvaurioita



CHESTERTON CMS-2000:n Sisäinen laminaarileikkaus estää holkin vaurioitumisen



CHESTERTON CMS-2000-pumputiivisteaine on saatavissa sekä puikkoina että inerteissa pakkauksissa tiivistepesän alkupakkaukseen ja kasetteina lopulliseen tiivistämiseen, jossa käytetään painetta tyhjiön poistamiseksi. Sen jälkeen kasetteja käytetään kaikkien myöhemmin suoritettavien uudelleen tiivistämiseen. Yllä on esitetty käsittöminen ruiskutusjärjestelmä.



Uusi automaattinen ruiskutusjärjestelmä tarjoaa suuremman toimintanopeuden, vaivattoman siirrettävyyden ja koko päivän kestävästi tehon kenttäkäytössä. Järjestelmässä on 8 tunnin akkukäyttöinen hydraulitoiminta, automaattinen sylinterin sisäänveto, yhden käden käyttö ja kauko-ohjaus.

TEKNISIÄ ARVOJA

LAMPÖTILARAJA:	Grafiitti Valkoinen	-18°C minimi -40°C minimi	200°C maksimi 200°C maksimi
AKSELIN NOPEUS:	Grafiitti Valkoinen	8 m/s 10 m/s	
KEMIKAALIENKESTÄVYYS:	Grafiitti Valkoinen	pH 4 - 13 ei suositella hapettaville aineille pH 1 - 13 ei suositella hapettimille, fluorille, klooritrufluoridille eikä lähiyhdisteille sekä sulille alkaalimetalleille.	

Infernal Lammer Shear on A.W. Chesterton Companyn rekisteröity tavaramerkki

A.W. CHESTERTON CO.

Middlesex Industrial Park, 225 Fallon Road
Stoneham, Massachusetts 02180-9101 USA
Puhelin: 617-438-7000
Teleksi: 94-9417 • Fax: 617-438-2930
Sähkösoitto: Chesterton Stoneham, Mass.
Web Address: <http://www.chesterton.com>

© A.W. CHESTERTON CO., 1997. Kaikki oikeudet pidätetään.
® Rekisteröity tavaramerkki. Sen omistaa ja sitä koskevan käytön luvan myöntää USA:ssa ja muissa maissa A.W. CHESTERTON CO.

MAAHANTUOJA:

FORM NO. F3308

PRINTED IN USA 7/97

